Title, Abstract, Key Words:

**Realisation of ferroelectric tunnel junctions for the implementation of artificial synapses**

Ferroelectric materials are ideal candidates for the realisation of memristors, thanks to the non-volatile resistance states and fast resistance switching. Ferroelectric memristors are studied as memory units for the fabrication of dense memory arrays to implement hardware neuromorphic networks. This architecture would satisfy the requests of high process speed of large amount of data and low power consumption. The latter are the limits of modern Von-Neumann architecture, which is experiencing the so-called memory bottleneck. Among ferroelectric materials, hafnium zirconium oxide (HZO) is characterised by robust ferroelectricity at nanometric thickness and is compatible with the complementary-metaloxide-semiconductor technology, thus industrially transferable. The objective of this work is the realisation and optimisation of HZO-based ferroelectric tunnel junction (FTJ) memristors for the implementation of memory arrays, using the crossbar integration method. One of the major challenges associated to the use of HZO is related to the degradation of its ferroelectric properties when its thickness is reduced to very few nanometers. Throughout the thesis, different approaches to increase the scalability of HZO without compromising its ferroelectricity for the synthesis of FTJs are explored. Structural, physical, and chemical properties of HZO-based heterostructures are investigated by means of spectroscopic techniques and electrical characterisations are performed to evaluate their ferroelectric properties. The correlation between structural properties of HZO and electrode/oxide interfaces and ferroelectric performances is highlighted and used for the optimisation of ultra-thin HZO-based devices for neuromorphic applications.

Ferroelectric Tunnel Junctions, Hafnium Zirconim Oxide, Thin Films, Neuromorphic Computing

Titre, Résumé, Mots Clés:

**Réalisation de jonctions tunnel ferroélectriques pour la mise en œuvre de synapses artificielles**

Les matériaux ferroélectriques sont des candidats idéaux pour la réalisation de memristors grâce aux états de résistance non volatils et à la commutation rapide de la résistance. Les memristors ferroélectriques sont étudiés comme unités de mémoire pour la fabrication de réseaux de mémoire denses afin de mettre en oeuvre des réseaux neuromorphiques artificiels. Cette architecture répondrait aux exigences d’une vitesse de traitement élevée d’une grande quantité de données et d’une faible consommation d’énergie. Ces dernières sont les limites de l’architecture Von-Neumann moderne, qui connaît le fameux goulot d’étranglement de la mémoire. Parmi les matériaux ferroélectriques, l’oxyde de hafnium et de zirconium (HZO) se caractérise par une ferroélectricité robuste à une épaisseur nanométrique et est compatible avec la technologie des semiconducteurs à oxyde métallique complémentaire (CMOS), ce qui permet un transfert industriel. L’objectif de ce travail est la réalisation et l’optimisation de memristors à jonction tunnel ferroélectrique (FTJ) à base de HZO pour la mise en oeuvre de matrices de mémoires, en utilisant la méthode d’intégration crossbar. L’un des défis majeurs associés à l’utilisation du HZO est lié à la dégradation de ses propriétés ferroélectriques lorsque son épaisseur est réduite à quelques nanomètres. Tout au long de la thèse, différentes approches visant à réduire la taille du HZO sans compromettre sa ferroélectricité pour la synthèse de FTJs sont explorées. Les propriétés structurelles, physiques et chimiques des hétérostructures à base de HZO sont étudiées au moyen de techniques spectroscopiques et des caractérisations électriques sont réalisées pour évaluer leurs propriétés ferroélectriques.

Jonctions Tunnel Ferroélectriques, Oxyde de Hafnium-Zirconium, Couches Minces, Informatique Neuromorphique